

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

**Кафедра физической и
неорганической химии
(ФиНХ_ХМФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

**Кафедра физической и
неорганической химии
(ФиНХ_ХМФ)**

наименование кафедры

**доцент, канд.хим.наук Денисова
Л.Т.**

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ
ХИМИЯ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И
НАНОТЕХНОЛОГИИ**

Дисциплина Б1.В.01.ДВ.03.02 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ
Химия новых материалов и нанотехнологии

Направление подготовки / 04.04.01 Химия, 04.04.01.07 Физическая
специальность химия

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 04.04.01 Химия, 04.04.01.07 Физическая химия

Программу
составили

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью освоения дисциплины «химия новых материалов и нанотехнологии» формирование комплекса базовых знаний и умений учащихся в области нанотехнологий, ознакомить с основными направлениями новой отрасли науки и техники. Сформировать у слушателей комплекс фундаментальных представлений, составляющих основу одной из наиболее востребованных в настоящее время дисциплин – нанотехнологии. Кроме того, при освоении дисциплины студенты получают обзорные знания о перспективах развития нанохимии и нанотехнологии в области материаловедения

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны уметь свободно ориентироваться в основных направлениях развития нанотехнологий;

понимать суть эффектов, определяющих особые физико-химические свойства наноматериалов; знать основные технологические процессы, используемые при получении наноматериалов; иметь представления о возможностях современной приборно-метрологической базы для исследования материалов с нанометровым пространственным разрешением.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-2:Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии и / или смежных наук	
Уровень 1	теоретические основы химии новых материалов и нанотехнологий.
Уровень 2	теоретические основы химии новых материалов и нанотехнологий и возможности использования наноматериалов
Уровень 1	использовать теоретические основы химии новых материалов и нанотехнологий для прогнозирования улучшения свойств материалов при их использовании.
Уровень 2	использовать теоретические основы химии новых материалов и нанотехнологий для прогнозирования улучшения свойств материалов при их использовании и проводить сравнительный анализ возможного влияния наночастиц на свойства материалов.
Уровень 1	основами теории химии новых материалов и нанотехнологий для прогнозирования улучшения свойств материалов при их

	использовании.
Уровень 2	теоретическими основами химии новых материалов и нанотехнологий для прогнозирования улучшения свойств материалов при их использовании и методами сравнительного анализа возможного влияния наночастиц на свойства материалов.
ПК-4:Способен выбирать обоснованные подходы к синтезу и анализу свойств полифункциональных материалов с заданными физико-химическими свойствами	
ПК-5:Способен к поиску и анализу научной информации по актуальным проблемам химии, анализу и обобщению отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования	

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Физическая химия композиционных материалов
 Физическая химия наноструктурированных систем
 Метрологические основы химического анализа

Дисциплина "Химия новых материалов и нанотехнологии" преподается как дисциплина по выбору

Реакции твердых тел
 Современные методы и средства определения состава вещества
 Микроскопические методы анализа
 Спец практикум по физической химии

1.5 Особенности реализации дисциплины
 Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
Общая трудоемкость дисциплины	3 (108)	3 (108)
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	1,5 (54)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1,5 (54)	1,5 (54)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Строение и классификация наноматериалов	6	12	0	4	ПК-2
2	Методы синтеза наноматериалов	10	20	0	14	ПК-2
3	Свойства наноматериалов	2	4	0	36	
Всего		18	36	0	54	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение. Основные понятия наномира. Нанотехнология: термины и определения.	1	0,5	0
2	1	Применение методов НТ для уменьшения размеров приборов. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Основные требования по созданию объектов наноэлектроники и нанофотоники.	2	0	0

3	1	Представление о реализации квантово-размерных эффектов, оценка предельных геометрических величин элементов, где реализуется эффект размерного квантования (квантовые точки, квантовые проволоки, квантовые ямы).	2	0	0
4	1	Классификация твердых тел по агрегатному состоянию: моно- и поликристаллические материалы, аморфные материалы. Нанокристаллическое состояние как переход от аморфного состояния к поликристаллическому.	1	0,5	0
5	2	Основы теории зародышеобразования. Зародышеобразование в тонких пленках. Понятие критического зародыша. Термодинамическая теория зародышеобразования. Молекулярно-кинетическая теория зародышеобразования.	2	0,5	0

6	2	<p>Квантовые точки. Самоорганизованный рост по механизму Странского-Крастанова. Теория самоорганизованного роста квантовых точек. Системы полупроводниковых материалов для выращивания структур с КТ. Рост наноструктур на фасетированных плоскостях. Трехмерные массивы когерентно-напряженных островков. Массивы вертикально-связанных КТ.</p>	2	0	0
7	2	<p>Периодические структуры плоских доменов. Структуры с периодической модуляцией состава в эпитаксиальных пленках твердых растворов полупроводников. Полупроводниковые лазеры на основе гетероструктур с квантовыми точками.</p>	2	0,5	0
8	2	<p>Молекулярное модифицирование. Самоорганизованные монослои прочно хемосорбированных молекул. «Функционализация» поверхности. Имобилизация единичных молекул, создание «контактов» к молекулам. Ключевые проблемы развития молекулярной электроники, связанные с технологией устройств.</p>	2	0	0

9	2	Совместимость различных технологических стадий в комбинированных методах получения наноструктур и наноматериалов. Процессы старения и деградации наноструктур и наноматериалов, обусловленные взаимодействием их фрагментов между собой и с функциональной средой. Размерные зависимости свойств и реакционной способности малых частиц.	2	0,5	0
10	3	Нанокompозиты: от алхимии к современным нанотехнологиям. Основные применения нанокompозитов. Субнанопористые и нанопористые материалы на основе цеолитов. Пористый кремний. Наноферромагнетики, суперпарамагнетизм, наномагнитные жидкости. Нанокompозиты с гигантским магнитосопротивлением.	2	0,5	0
Всего			18	2	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	Применение методов НТ для уменьшения размеров приборов. Перспективные наноматериалы и направления нанотехнологии. Основные требования по созданию объектов наноэлектроники и нанофотоники.	4	0	0
2	1	Представление о реализации квантово-размерных эффектов, оценка предельных геометрических величин элементов, где реализуется эффект размерного квантования (квантовые точки, квантовые проволоки, квантовые ямы).	4	0	0
3	1	Особенности структуры зерен и межзеренного вещества в нанокристаллических материалах.	4	0	0
4	2	Получение наноматериалов. Российские нанотехнологии. Перспективы реализации «снизу вверх». Первичные наноматериалы. Направления реализации нанотехнологии в смежных дисциплинах.	8	0	0
5	2	Механизмы эпитаксии. Гомо- и гетероэпитаксия. Механизмы гетероэпитаксиального роста: Франка-ван-дер-Верме, Фольмера-Вебера, Странски-Крастанова.	4	0,5	0

6	2	Квантовые точки. Самоорганизованный рост по механизму Странского-Крастанова. Теория самоорганизованного роста квантовых точек. Системы полупроводниковых материалов для выращивания структур с КТ. Рост наноструктур на фасетированных плоскостях. Трехмерные массивы когерентно-напряженных островков. Массивы вертикально-связанных КТ.	4	0	0
7	2	Преобразование планарных напряженных гетероструктур в трехмерные, имеющие радиальную симметрию (нанотрубки). Перспективы изготовления электронных приборов с применением нанотрубок.	4	0,5	0
8	3	Общая дискуссия по впечатлениям от научных статей, предложенных для самостоятельного чтения.	4	2	0
Всего			26	2	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Суздалев И. П.	Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов: научное издание	Москва: URSS, 2009
Л1.2	Готтштайн Г., Золотова К. Н., Чаркин Д. О., Зломанов В. П.	Физико-химические основы материаловедения: учеб. пособие	Москва: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011
Л1.3	Андриевский Р. А.	Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы: учебное пособие	Москва: БИНОМ, 2014
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кутепов А. М., Бондарева Т. И., Беренгартен М. Г.	Общая химическая технология: учебник для вузов по специальностям химико-технологического профиля	Москва: Академкнига, 2005
Л2.2	Пасынков В. В., Сорокин В. С.	Материалы электронной техники: учебник для вузов по специальностям электронной техники	Москва: Лань, 2003
Л2.3	Шабанова Н. А., Попов В. В., Саркисов П. Д.	Химия и технология нанодисперсных оксидов: учебное пособие для вузов	Москва: Академкнига, 2007
Л2.4	Фахльман Б. Д., Третьяков Ю. Д., Гудилин Е. А.	Химия новых материалов и нанотехнологий: перевод с английского	Долгопрудный: Интеллект, 2011
Л2.5	Сергеев Г. Б.	Нанохимия: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 020100 (510500) - Химия и по специальности 020101 (011000) - Химия	Москва: Книжный дом "Университет", 2007
Л2.6	Брандон Д., Каплан У.	Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учебное пособие.; рекомендовано Институтом химической физики РАН	М.: Техносфера, 2006

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Сайт научно-образовательного центра по нанотехнологиям МГУ	http://nano.msu.ru/education/courses/materials
Э2	База данных кристаллических структур	http://www.crystallography.net/result.php
Э3	Квантовая механика и квантовая химия. Ч.2. Проведение квантово-химических расчётов с использованием программного комплекса VASP 5.2: учебно-методическое пособие	http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b24/i586277.pdf?Z21ID=24116398305A76890D11E33A10127049&P21DBN=BOOK1&Z21MFN=%D0%91%D0%91%D0%9A%

		2024.5%2F%D0%9A321-586277
Э4	Образовательный ресурс кафедры квантовой химии, РХТУ им. Д.И. Менделеева.	http://quant.distant.ru/study.htm
Э5	База данных базисных наборов	https://bse.pnl.gov/bse/portal
Э6	База данных структуры и свойств химических соединений.	http://www.webelements.com
Э7	Квантовая механика и квантовая химия : учеб.-метод. пособие: в 2 ч. Ч. 1	http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b24/i-582537.pdf?Z21ID=24116398305A7689081063881013740B&P21DBN=BOOK1&Z21MFN=%D0%91%D0%91%D0%9A%2024.5%2F%D0%9A321-582537

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При самостоятельном изучении теоретического материала, при подготовке к занятиям, промежуточному контролю учащиеся используют литературу, рекомендованную преподавателем.

При подготовке к защите эссе учащиеся помимо рекомендованной и дополнительной литературы проводят литературный поиск, используя библиотеки и Интернет-ресурсы.

Эссе оформляются в соответствии с требованиями, перечисленными в учебном пособии по практикуму. Основные требования следующие:

Эссе должно содержать цель работы, краткое теоретическое введение с формулами, на которые далее будут ссылки при расчетах; результаты опытов и их обработку (все предусмотренные в работе графики, таблицы и расчеты); выводы.

Каждый рисунок или таблица должны иметь подпись, содержащую всю информацию, необходимую для его восприятия и анализа полученных данных.

При написании эссе по теме научной статьи учащийся должен отразить основную проблему публикации и предложенные в документе способы ее решения. Кроме того, необходимо выполнить критический анализ работы в свете аналогичных решений, предлагаемых другими авторами. Минимальный размер эссе – 5 стр., оформление работы должно соответствовать требованиям ГОСТа.

Формой контроля усвоения теоретических вопросов дисциплины является коллоквиум (вопросы к коллоквиуму прилагаются).

Дополнительная литература для самостоятельного изучения:

1. Шик А.Я., Бакуева Л.Г., Мусихин С.Ф., Рыков С.А. Физика низкоразмерных систем.-СПб.: Наука, 2001.-160 с.

2. Н.Н.Леденцов, В.М.Устинов, В.А.Щукин, П.С.Копьев,

Ж.И.Алферов, Д.Бимберг. Гетероструктуры с квантовыми точками: получение, свойства, лазеры //ФТП.- 1998.-Т.32, №4.- с.385-410.

3. Драгунов В.П., Неизвестный В.А., Гридчин В.А.. Основы наноэлектроники: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. -332 с.

4. Случинская И.А. Основы материаловедения и технологии полупроводников, - Москва, 2002 г. - 376 с.

5. Пул Ч., Оуенс Ф. Нанотехнологии.-М.: Техносфера, 2004.-328 с.

6. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века.-М.: Техносфера, 2003.-336 с.

7. В.К. Неволин. Основы туннельно-зондовой нанотехнологии. М.: МИЭТ,1996 -90 с.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	1. Пакет программ визуализации и конструирования молекулярных структур (Chemcraft, Vesta, Avogadro, Facio).
9.1.2	2. Пакеты программ для создания и обработки графики Corel Draw и Adobe.

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	База данных кристаллических структур. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.crystallography.net/result.php
9.2.2	База данных структуры и свойств химических соединений. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.webelements.com

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Компьютерный класс с доступом машин в сеть Internet.

Лекционная аудитория с возможностью проецирования на мультимедийный экран презентации лекции и примеров работы с интерактивными базами данных.